

Identifying the temperature threshold and heat islands of Kerman city by focusing on the landscape changes

Farshad Turki¹, Hossein Mojtabazadeh Khangahi^{2*}, Hossein Rezaei³

1- Ph.D. Student, Department of Geography and Urban Planning, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2- Assistant Professor, Department of Geography and Urban Planning Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

3- Assistant Professor, Department of Geography and Urban Planning Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Received: 12 October 2023

Accepted: 30 January 2024

Extended Abstract

Introduction

Humans have always sought to use and take advantage of nature for their well-being, but most of these uses have caused the destruction of the natural environment around them. It means an area where the temperature of that area is higher than the surrounding environment, in other words, the air temperature in the city is higher than the air temperature of the surrounding environment, which has a uniform and homogeneous temperature. As the aim of this research, they examine and identify the temperature threshold and heat islands of Kerman city, focusing on the landscape changes.

Methodology

The current research is based on library studies and field investigations in terms of developmental-applicative goal and in terms of descriptive-analytical methodology. To achieve the objectives of the research, 5 indicators (landscape heterogeneity, ecological continuity and connection, connection of land elements, environmental conditions and functional conditions) with 17 sub-indices were extracted. In the following, during three periods (1986-2006-2021), satellite images were prepared and using Envi software, the state of coverage and the results of the temperature surveys of the surface of the land in Kerman city were determined. The colonial competition algorithm (minimum spanning tree MST) has been used in the Matlab 2016 software environment and for the spatialization of the indicators studied in the city of Kerman by the method (Tracking Analyst Tools) in the process of network analysis (Network Analyst Tools) in the soft environment ArcGIS software is used.

Result and discussion

As a result of this research, it should be said that at the level of the proposed scenarios, the scenario (construction) in the construction zone in 2016, out of 100% of the available zone in the city of Kerman, 42.44% is dedicated to the construction spot. In 2006, this number reached 49.27% and in 1400, it reached 59.02%. The results of the area metric show that most of the land surface of the study area is made up of patches. Also, construction spots and open spots have increased in area and the growth of this spot between them is significant. The largest share of spots formation in every 3 years is related to artificial spots. The results of the classification spectrum for the

*. Corresponding Author (Email: hmojtabazade47@gmail.com)

measured islands in the city of Kerman were classified into 6 classes. The results show that in the southwest of the city of Kerman, due to the location of numerous polluting centers and industrial towns, as well as the location of the wind, the pollution center of this city. contract.

Conclusion

The results of the location analysis show that the location is very unhealthy in the center of Kerman due to the traffic and population density. In order to investigate and understand the heat islands of Kerman city, relying on the changes and evolutions of pollution in this city, after the investigations carried out on the amount of pollution and carbon dioxide production in 8 sections, the status of each index was examined in terms of the amount of emission. According to the findings of this research, by combining the 8 maps of the previous stage and taking into account what the analysis of the satellite images shows, the state of the heat island resulting from pollution in Kerman city is presented.

Keywords: Temperature threshold, Thermal islands, land use, Green space, Kerman



شناسایی حد آستانه دمایی و جزایر حرارتی شهر کرمان با تأکید بر تحولات سیمای سرزمین *

فرشاد ترکی - دانشجوی دکتری گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
حسین مجتبی زاده خانقاهی^۱ - استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
حسین رضایی - استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۲۰

چکیده

از آنجایی که رشد و توسعه شهرنشینی و ساخت‌وسازهای غیراصولی، منجر به ایجاد تغییراتی در اقلیم شهر شده است، لذا هدف این پژوهش، بررسی و شناسایی حد آستانه دمایی و جزایر حرارتی شهر کرمان با تأکید بر تحولات سیمای سرزمین می‌پردازد. پژوهش حاضر به لحاظ هدف توسعه‌ای - کاربردی و از لحاظ روش‌شناسی توصیفی - تحلیلی مبتنی بر مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی‌های میدانی است. برای دستیابی به اهداف تحقیق، ۵ شاخص (ناهمگنی سیمای سرزمین، پیوستگی و ارتباط بوم‌شناختی، ارتباط عناصر سرزمین، شرایط زیست‌محیطی و شرایط عملکردی) با ۱۷ زیر شاخص استخراج شد. در ادامه طی دو دوره (۱۳۶۵-۱۴۰۰-۱۳۸۵) تصاویر ماهواره لندست ۸ و سنجنده ODE تهیه و با استفاده نرم‌افزار Envi وضعیت پوشش و بررسی نتایج حاصل از بررسی‌های دمایی سیمای سرزمین در شهر کرمان مشخص شد. در ادامه برای حد آستانه دمایی و جزایر حرارتی شهر کرمان با تأکید بر تحولات سیمای سرزمین از الگوریتم رقابت استعماری (درخت پوشای مینیمم MST) در محیط نرم‌افزار Matlab 2016 استفاده گردیده است و برای فضایی سازی شاخص‌های مورد مطالعه در سطح شهر کرمان از روش (Tracking Analyst Tools) در فرآیند تحلیل شبکه (Network Analyst Tools) در محیط نرم‌افزار ArcGIS استفاده شده است. نتایج نشان داد که سطح سناریوهای مطرح شده سناریو (ساخت‌وساز) در پهنه ساخت‌وساز در سال ۱۳۶۵ از ۱۰۰ درصد پهنه موجود در سطح شهر کرمان ۴۲/۴۴ درصد به لکه ساخت‌وساز اختصاص دارد. در سال ۱۳۸۵ این عدد به ۴۹/۲۷ درصد و در سال ۱۴۰۰ به ۵۹/۰۲ درصد رسیده است. نتایج متریک مساحت نشان می‌دهد که روند کاهشی چشمگیری در طول این دوره از سال ۱۳۶۵ تا ۱۴۰۰ در این بخش اتفاق افتاده است. این روند کاهشی در بین لکه‌های موجود در این بخش نیازمند بررسی و پیشنهاد ویژه است. سناریو (فضاهای باز) در پهنه فضاهای باز در سال ۱۳۶۵ از ۱۰۰ درصد پهنه موجود در سطح شهر کرمان به ترتیب ۳۷/۵۶ درصد و ۱/۴۵ درصد به لکه باز اختصاص دارد. در سال ۱۳۸۵ این عدد به ترتیب ۳۵/۱۲ درصد و ۰/۹۸ و در سال ۱۴۰۰ به ترتیب ۲۶/۳۴ درصد و ۰/۹۸ رسیده است. همچنین نتایج نشان داد که در جنوب غربی شهر کرمان به علت تعدد قرارگیری مراکز آلوده‌کننده و شهرک‌های صنعتی و همچنین قرارگیری وضعیت باد مرکز آلودگی این شهر قرار دارد. نتایج تحلیل مکانی نشان می‌دهد که در مرکز شهر کرمان نیز به علت حرکت خودرو و تراکم جمعیت برای جابه‌جایی وضعیت قرارگیری بسیار ناسالمی قرار دارد.

واژگان کلیدی: آستانه دمایی، جزایر حرارتی، کاربری زمین، فضای سبز، کرمان

*. این مقاله مستخرج از رساله دکترای آقای فرشاد ترکی به راهنمایی نویسنده دوم و مشاور نویسنده سوم در دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز است.

E: hmojtabazade47@gmail.com

۱. نویسنده مسئول

مقدمه

زمین به عنوان یک سیستم یکپارچه از تعامل اجزاء آن، از جمله خاک کره، هوا کره، آب کره و زیست کره در نظر گرفته شده است. با این حال، رشد سریع شهرنشینی، که در سراسر جهان در حال رخ دادن است، عوامل استرس‌زای انسانی بی‌سابقه‌ای را به ارمغان آورده است (Englund & et al, 2017: 494). که برخی بر این باورند که این عوامل ممکن است عملکرد و ساختار سیستم زمین و یا بخشی از آن را دچار تغییر کند (Fan & Ding, 2016: 153). پاک‌سازی زمین برای ساختن شهرها و جاده‌ها و تقاضا برای کالاها و منابع، توسط ساکنان شهری، از گذشته تا به امروز، دلیل عمده اکثر تغییرات کاربری/پوشش زمین، از جمله جنگل‌زدایی می‌باشد که موجب کاهش مقدار رسوب کربن جهانی شده است (Ackermann, 1998: 32). تغییرات سطوح زمین و اتمسفر عمیقاً با ساخت‌وساز و عملکرد شهرها مرتبط هستند. مواد سطحی جدید با ساختمان‌ها، جاده‌ها و زیرساخت‌های دیگر، همراه با تغییرات مورفولوژی سطح، مبادلات انرژی و آب و جریان هوا را تغییر می‌دهد (زرندیان و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۳۳؛ برق جلوه و همکاران، ۱۳۹۲: ۹۲). این تغییرات با انتشار انسانی مستقیم گرما، دی‌اکسید کربن و آلاینده‌ها ترکیب شده و منجر به یک اقلیم شهری متمایز می‌شود. یکی از شناخته‌شده‌ترین اثرات توسعه شهر، جزیره حرارتی شهری است. پدیده‌های که به موجب آن مناطق شهری درجه حرارت بالاتری نسبت به مناطق روستایی اطراف آن تجربه می‌کنند، سطوح غیرقابل نفوذ در مناطق شهری معمولاً بازتاب کمی دارند (Akbari & et al, 2001: 32).

صادقی نیا و همکاران (۱۳۹۳) به بررسی ساختار فضایی- زمانی جزیره حرارتی شهر تهران بین سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۷۶ با استفاده از سنجش‌ازدور و ساج پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه گسترش جزیره حرارتی تهران را به سمت بخش‌هایی که با کاهش شدید پوشش گیاهی و بیشترین گسترش کاربری‌های صنعتی- کارگاهی و انبارداری داشته‌اند را تأیید کرد. اسکندری و همکاران (۱۳۹۹) به بررسی تغییرات متوسط دما و بارش ماهانه دو ایستگاه سینوپتیک بندرعباس و میناب در دو دوره زمانی (۲۰۱۵-۲۰۴۴ و ۲۰۷۴-۲۰۴۵) و بر اساس خروجی مدل گردش عمومی جو CanESM2 و سه سناریو RCP2.6، RCP4.5 و RCP8.5 پرداختند. نتایج نشان داد که بارش سالانه در سناریو RCP2.6 ایستگاه سینوپتیک بندرعباس و در سناریو RCP4.5 و RCP8.5 ایستگاه میناب کاهش می‌یابد و بیشترین کاهش در مؤلفه بارش در ایستگاه سینوپتیک میناب اتفاق می‌افتد. مزیدی و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی تغییرات و ساختار حاکم بر بارش روزانه ایستگاه همدید شیراز، داده‌های بلندمدت بارش در بازه زمانی ۵۸ ساله (۲۰۱۳-۱۹۵۶) پرداختند و بر اساس روش کمی- تحلیلی بر مبنای محاسبات استقرایی و قیاسی مبنای سه و ماتریس یک متغیره با دو خروجی محاسبات انجام پذیرفت. نتایج پژوهش نشان داد، اگرچه نوسانات روزانه فشار و دما از ساختاری کاملاً برخالی پیروی می‌نماید که این یافته گواه دینامیک دو فراسنج آب و هوایی فشار و دما از ناعادلی به عدم تعادل می‌باشد. ملکی مرشد و همکاران (۱۴۰۱) به مقایسه میزان تأثیرپذیری جزایر حرارتی از وقوع امواج گرمایی در شهرهای کرمانشاه و ایلام، داده‌های حداکثر دمای شهرهای مورد مطالعه طی سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۸ پرداختند و روزهایی توأم با موج گرمایی در محیط نرم‌افزار متلب و با شاخص فومیکی تعیین کردند. بر اساس یافته‌های پژوهش، در روز هنگام در هر دو شرایط وجود و عدم موج گرمایی جزیره سرمای در مراکز هر دو شهر وجود داشته که با وقوع موج گرما اغلب شدت جزیره سرمای بیشتر شده است. در شب هنگام، اگرچه در هر دو شرایط وجود و عدم موج گرمایی اغلب در مراکز هر دو شهر جزیره گرمایی هرچند ضعیف ایجاد شده، ولی میزان تأثیرپذیری جزایر گرمایی از وقوع امواج گرمایی در کرمانشاه حداکثر ۲/۸ درجه سلسیوس و در ایلام اغلب کمتر از ۱ درجه سلسیوس بوده است. صیادی و همکاران (۱۴۰۱) به محاسبه حداکثر شدت جزایر حرارتی منطقه ۳ (ناحیه دو و شش)

شهر تهران بر اساس داده‌های هندسه شهری و ارائه یک مدل شبیه‌سازی بر اساس سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداختند. نتایج نشان داد که شدت جزیره حرارتی در بلوک‌های شهری نواحی دو و شش منطقه سه تهران بین ۴-۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد که چشمگیر نبوده است و دلیل این امر را می‌توان در پیکربندی مناسب هندسه ساختمان‌ها با استفاده از شاخص‌های بکار گرفته شده در اصول معماری و شهرسازی این منطقه دانست؛ بنابراین، این ابزار توسعه‌یافته به محققان در شبیه‌سازی UHI در سناریوهای مختلف شهری کمک خواهد کرد و بحث‌های در مورد تأثیر تنظیمات مختلف هندسه شهری در شکل‌گیری جزایر حرارتی را پیشنهاد می‌کند. حاجی فتحعلی و همکاران (۱۴۰۰) به ارائه رابطه گرمای هوا، میانگین گرمای تابشی و آلبدو در کاهش جزایر حرارتی در شهرها پرداختند. با بررسی از طریق شبیه‌سازی با نرم‌افزار Envi met به این نتیجه رسیدند که تغییرات در میزان توان تابشی و دمایی محیط می‌تواند تأثیر بسزایی در میزان میانگین دمایی تابشی محیط و به تبع آن بر آسایش حرارتی فضای باز محیط بگذارد، نتایج حاکی از آن است که با وجود مناسب بودن مصالح سرد با آلبدوی بالا برای کف خیابان‌ها و بام‌ها اما مصالح دارای آلبدوی بالا در نما به خاطر انعکاس زیادی که به محیط دارند، آسایش حرارتی را پایین‌تر می‌آورند و محیط را گرم‌تر می‌کند.

انسان همواره به دنبال استفاده و بهره‌گیری از طبیعت جهت رفاه حال خود بوده است، اما اغلب این استفاده‌ها موجب تخریب محیط طبیعی اطراف وی شده است. رشد و توسعه شهرنشینی و ساخت‌وسازهای غیراصولی، منجر به ایجاد تغییراتی در اقلیم شهر شده است. جزیره حرارتی شهر به منطقه‌ای اطلاق می‌گردد که دمایی آن ناحیه بیشتر از محیط اطراف باشد. به عبارت دیگر دمایی هوا در سطح شهر از دمایی هوای محیط پیرامون شهر که از دمایی یکنواخت و همگنی برخوردار می‌باشد، بیشتر است. به عنوان نوآوری این پژوهش به بررسی و شناسایی حدآستانه دمایی و جزایر حرارتی شهر کرمان با تأکید بر تحولات سیمای سرزمین پرداخته شده است.

روش پژوهش

پژوهش حاضر به لحاظ هدف توسعه‌ای - کاربردی و از لحاظ روش شناسی توصیفی - تحلیلی مبتنی بر مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی‌های میدانی است. برای دستیابی به اهداف تحقیق، ۵ شاخص (ناهمگنی سیمای سرزمین، پیوستگی و ارتباط بوم‌شناختی، ارتباط عناصر سرزمین، شرایط زیست‌محیطی و شرایط عملکردی) با ۱۷ زیر شاخص استخراج شد (جدول ۱).

جدول ۱. شاخص‌های مورد مطالعه

کد تحلیلی	تعریف/معیار	شاخص
A1-A2-A3	درصد و مساحت اشغال شده سیمای سرزمین/مساحت نوع لکه / تعداد لکه‌ها در کلاسهای سیمای سرزمین	ناهمگنی سیمای سرزمین
B1-B2-B3	میانگین/اندازه لکه / تعداد لکه‌های هر کاربری	پیوستگی و ارتباط بوم‌شناختی
C1-C2-C3-C4	نمایه شیوع / سرایت/ انبوهگی/ همجنین درصد تجمع	ارتباط عناصر سرزمین
D1-D2-D3	فضای سبز/آلودگی هوا/ آلودگی گرمایی	شرایط زیست‌محیطی
E1-E2-E3-E4	کالبدی/ زیر بنایی/ اجتماعی/ عملکردی	شرایط عملکردی

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۲)

در ادامه طی سه دوره (۱۳۶۵-۱۴۰۰-۱۳۸۵) تصاویر ماهواره تهیه و با استفاده از نرم‌افزار Envi وضعیت پوشش و بررسی نتایج حاصل از بررسی‌های دمایی سیمای سرزمین در شهر کرمان مشخص شد (جدول ۲).

جدول ۲. مشخصات داده‌های مورد استفاده (تصاویر ماهواره‌ای)

ماهواره	سنجنده	تاریخ تصویربرداری شمسی	قدرت تفکیک
لندست ۴	OLE	۱۴ مرداد ۱۳۶۵	30 * 30
لندست ۷	OLE	۲۶ شهریور ۱۳۸۵	30 * 30
لندست ۷	OLE	۱۳ فرودین ۱۴۰۰	30 * 30

منبع: (یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۲)

در ادامه برای حد‌آستانه دمایی و جزایر حرارتی شهر کرمان با تأکید بر تحولات سیمای سرزمین از طریق الگوریتم رقابت استعماری (درخت پوشای مینیمم MST) در محیط نرم‌افزار Matlab 2016 استفاده گردیده است و برای فضایی‌سازی شاخص‌های مورد مطالعه در سطح شهر کرمان از روش (Tracking Analyst Tools) در فرآیند تحلیل شبکه (Network Analyst Tools) در محیط نرم‌افزار ArcGIS استفاده شده است.

محدوده مورد مطالعه

بررسی شهر کرمان یکی از کلان‌شهرهای ایران و مرکز استان کرمان است. وسعت شهر کرمان حدود ۱۳۰ هزار هکتار است و به دلیل وسعت شهری و جمعیت آن، جزء کلان‌شهرهای استان طبقه‌بندی شده است. شهر کرمان یک مرکز جمعیتی و بزرگ‌ترین شهر در منطقه جنوب شرق ایران است و از لحاظ صنعتی، سیاسی، علمی و فرهنگی نیز مهم‌ترین شهر جنوب شرق ایران محسوب می‌شود. کرمان مرکز شهرستان کرمان است که در ۵۰ درجه و ۵۷ دقیقه طول شرقی و ۱۷ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است و از سطح دریا ۱۷۵۷ متر ارتفاع دارد. شیب شهر ملایم است و حداکثر به ۴ درصد می‌رسد. در حال حاضر شهر کرمان دارای جمعیتی بالغ بر ۷۲۲۴۴۴ نفر، ۴ منطقه شهری، ۱۳ ناحیه و ۴۹ محله است (عبداللهی و قاسمی، ۱۴۰۰: ۱۴).

بحث و یافته‌ها

گام اول: تحلیل و پایش تصاویر ماهواره‌ای شهر کرمان با استفاده از نرم‌افزار ENVI

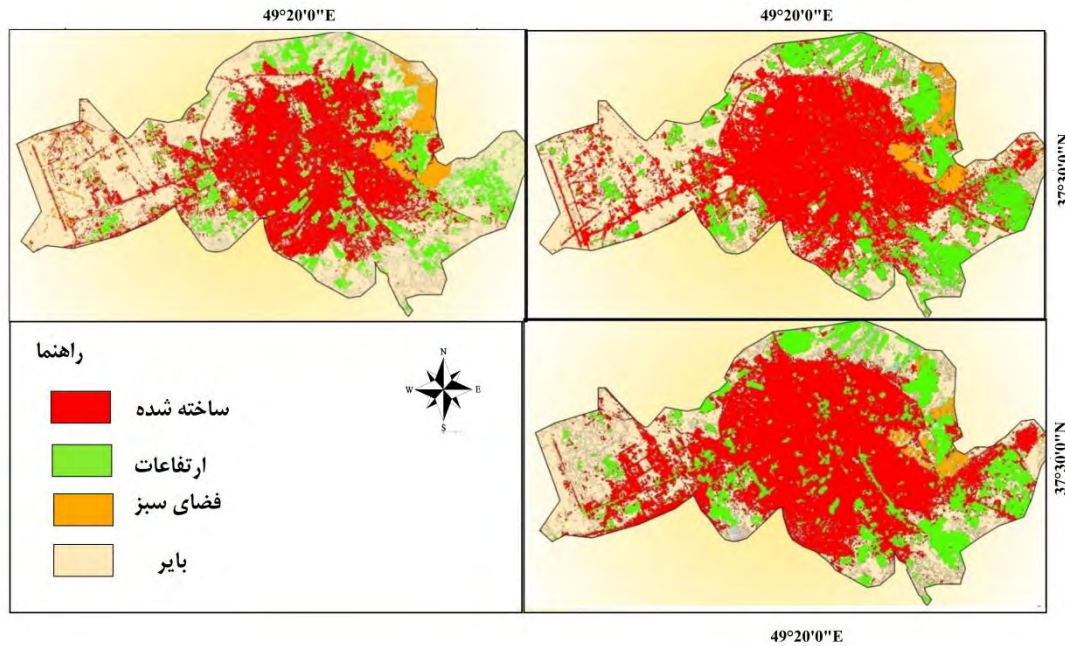
در این بخش با استفاده از ۳ تصویر ماهواره‌ای در بازه زمانی مورد مطالعه (۱۳۶۵، ۱۳۸۵ و ۱۴۰۰) طبقات پوشش حرارتی برای شهر کرمان استخراج گردید و با مقایسه تصاویر طبقه‌بندی شده، تغییرات دمایی در شب و روز در شهر کرمان مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

جدول ۳. آمار استخراج شده از تصاویر لندست ۴ و ۷ در شهر کرمان

ضریب کاپا	صحت کلی	تصویر طبقه‌بندی شده
۰/۹۲۵۲	۹۸/۲۲۳۴	۱۳۶۵
۰/۹۳۲۳	۹۹/۹۸۲۰	۱۳۸۵
۰/۹۱۶۷	۹۹/۴۰۱۲	۱۴۰۰

منبع: (یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۲)

در اینجا هدف آن است که بین درجه روشنایی تصویر ماهواره‌ای و نوع کاربری زمین یک رابطه پیدا شود و سپس به هر پیکسل یک برچسب کاربری داده شود. برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای شهر کرمان ۴ کلاس به شرح زیر تعریف شده است. ابتدا با استفاده از فاکتور I در نرم‌افزار ENVI ترکیب باندی بهینه انتخاب شد. با تعیین ترکیب باندی بهینه، باندهایی که عوارض موجود در تصویر را با بیشترین تمایز طیفی نشان می‌دهند، شناسایی می‌شود. در نهایت بعد از تعریف نواحی تعلیمی برای طبقه‌بندی و انتخاب باندهای بهینه، از روش حداکثر احتمال برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای استفاده شده است.



شکل ۳. طبقه‌بندی تصویر ماهواره‌ای
منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۲

سنجنده‌های ماهواره لندست برای جمع‌آوری داده‌ها از سه باند مرئی (آبی، سبز و قرمز) و یک باند مادون قرمز نزدیک و دو باند مادون قرمز میانی و یک باند در بخش‌های حرارتی استفاده می‌کند که مجموع آن‌ها ۷ باند می‌شود. لازم به ذکر است که تعداد باندها و قدرت تفکیک ماهواره‌های سنجش‌ازدور باهم متفاوت است. در اینجا هدف آن است که بین درجه روشنایی تصویر ماهواره‌ای و نوع کاربری یک رابطه پیدا شود و سپس به هر پیکسل یک برچسب کاربری داده شود. برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای شهر کرمان ۶ کلاس به شرح زیر تعریف شده است:

۱- پاک ۲- سالم ۳- ناسالم ۴- بسیار ناسالم ۵- خطرناک - بحرانی
جهت طبقه‌بندی تصاویر ابتدا با استفاده از فاکتور I در نرم‌افزار ENVI ترکیب باندی بهینه انتخاب شد. با تعیین ترکیب باندی بهینه، باندهایی که عوارض موجود در تصویر را با بیشترین تمایز طیفی نشان می‌دهند، شناسایی می‌شود. این امر می‌تواند در برداشت نمونه‌های آموزشی برای کلاس‌های مختلف کمک کند. به دلیل محدودیت در قدرت تفکیک داده‌های لندست برخی کلاس‌ها به‌سختی قابل تفکیک بود و بنابراین با تکرار طبقه‌بندی و ارزیابی آن‌ها بهترین نتایج در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت. در نهایت بعد از تعریف نواحی تسلیمی برای طبقه‌بندی و انتخاب باندهای بهینه، از روش حداکثر احتمال برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای استفاده شده است. حداکثر احتمال (ML) یک روش طبقه‌بندی نظارت شده است که برگرفته از قضیه بیز است که بیان‌کننده یک توزیع استقرایی است. در این طبقه‌بندی، کلاسی به پیکسل موردنظر اختصاص داده می‌شود که بیشترین احتمال تعلق پیکسل به آن کلاس وجود دارد. این طبقه‌بندی با استفاده از فرمول توزیع نرمال چندبعدی سطوح تصمیم‌گیری را به شکل کوادراتیک شکل می‌دهند که در نتیجه این سطوح شکل سهمی، بیضوی و دایره خواهند داشت.

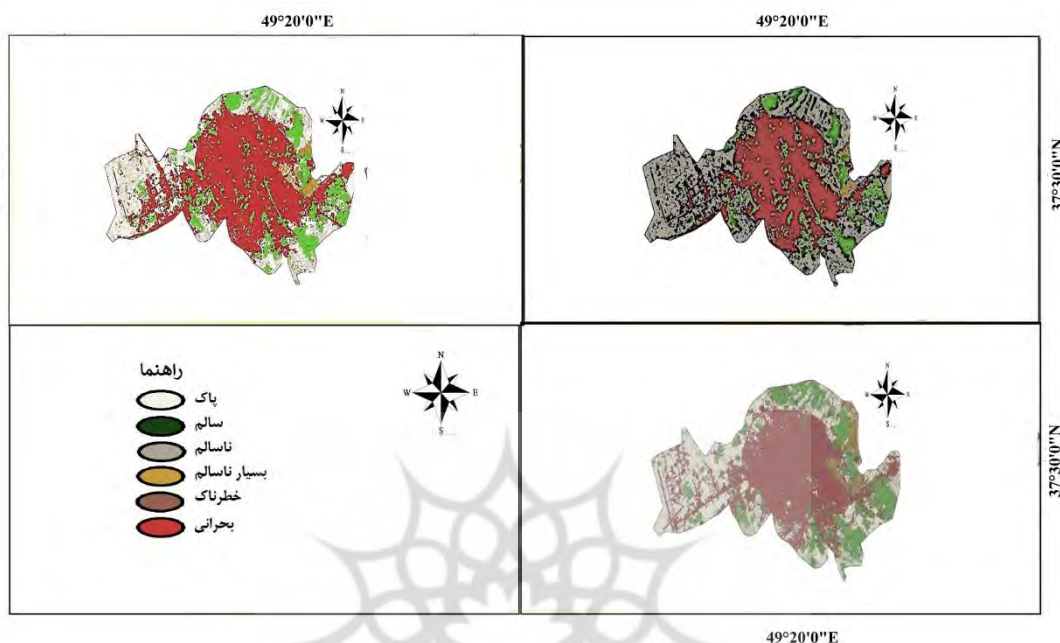
احتمال اینکه یک پیکسل با بردار ویژگی ω متعلق به کلاس i باشد، برابر است با:

$$p(i|\omega) = \frac{p(i|\omega)p(i)}{p(\omega)}$$

(۱)

در اینجا $p(i|\omega)$ تابع احتمال است، $p(i)$ اطلاعات قیاسی است، به‌عنوان مثال، احتمال رخ دادن کلاس i در محدوده مورد مطالعه و (ω) احتمال آنکه ω مشاهده شود.

در محدوده مورد مطالعه با استفاده از روش نظارت شده حداکثر احتمال برای هر ۳ دوره مورد بررسی نقشه‌های طبقه‌بندی به دست آمده است. نتایج طبقه‌بندی به محیط نرم‌افزار ArcGis انتقال داده شد تا مراحل محاسبات و خروجی گرفتن به علت دامنه باز این نرم‌افزار انجام شود. لازم به ذکر است محاسبات در سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS بسیار دقیق‌تر انجام می‌شود. نقشه‌های طبقه‌بندی شده در زیر ارائه شده است که تصویر بالا سمت راست، دوره سال ۱۳۸۵ و تصویر تحتانی دوره ۱۴۰۰ نشان می‌دهد.



شکل ۴. طبقه‌بندی شده تصویر حرارتی
منبع: (یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۲)

طبق شکل ۴، به مرور زمان از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۵ و ۱۴۰۰، بافت بحرانی بیشتر و از بافت سالم کاسته شده است که تغییرات اقلیمی و مسائل از این خصوص می‌تواند عامل باشد.

بررسی تغییرات اختلاف دمای شب و روز

برای بررسی تغییرات اختلاف دمای شب و روز در سطح ماهواره در طول زمستان اختلاف دمای پایین‌ترین درجه حرارت و نیز در فصل تابستان بالاترین درجه حرارت باهم مقایسه می‌شود، به گونه‌ای که با ترسیم نیم‌رخ و صحت طبقه‌بندی وضعیت نهایی جزایر حرارتی در سطح شهر کرمان مشخص خواهد شد. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود در هر مرحله زمانی تغییرات کاربری فضای سبز شهری میزان تغییرات درجه حرارت و کانون‌های جزایر گرمایی در سطح شهر کرمان را دست‌خوش تغییرات زیادی کرده است.

جدول ۵. نتایج دقت و صحت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای

سال	نیم‌رخ	بعد فرکتال	متوسط دما
۱۳۶۵	جنوب غرب شمال شرق	۱/۴۷	۳۸/۳۹
	جنوب غرب مرکز		
	شمال		
۱۳۸۵	جنوب غرب شمال شرق	۱/۳۲	۳۹/۱۳
	جنوب غرب مرکز		
	شمال		
۱۴۰۰	جنوب غرب شمال شرق	۱/۱۷	۴۰/۵۵
	جنوب غرب مرکز		
	شمال		

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۲)

همان‌طور که از جدول ۵ مشاهده می‌شود، طیف طبقه‌بندی برای جزایر سنجیده شده در شهر کرمان در ۶ کلاس طبقه‌بندی شد. نتایج نشان می‌دهد که در جنوب غربی شهر کرمان به علت تعدد قرارگیری مراکز آلوده‌کننده و شهرک‌های صنعتی و همچنین قرارگیری وضعیت باد مرکز آلودگی این شهر قرار دارد. نتایج تحلیل مکانی نشان می‌دهد که در مرکز شهر کرمان نیز به علت حرکت خودرو و تراکم جمعیت برای جابه‌جایی وضعیت قرارگیری بسیار ناسالمی قرار دارد. برای بررسی و شناخت جزایر گرمایی شهر کرمان متکی بر تغییر و تحولات آلودگی در این شهر پس از بررسی‌های انجام‌گرفته در مورد میزان انتشار آلودگی و تولید دی‌اکسید کربن در ۸ بخش وضعیت هر شاخص از نظر میزان انتشار بررسی گردید. ادامه نیز با توجه به یافته‌های این پژوهش با تجمیع نقشه‌های ۸ گانه مرحله قبل و با توجه به اینکه وضعیت تحلیل تصاویر ماهواره چه چیزی را نشان می‌دهد، وضعیت جزایر گرمایی حاصل از آلودگی در شهر کرمان ارائه می‌گردد.

جدول ۶. وضعیت پهنه‌های جزیره گرمایی شهر کرمان

طبقه	مساحت پهنه	درصد
خیلی کم	۲۲۶۷۰۱۸	۶/۸۵
کم	۴۴۶۳۲۱۴	۱۳/۱۳
متوسط	۵۱۲۶۴۵۰	۱۵/۹۷
زیاد	۴۳۷۲۲۵۶	۱۳/۲۲
خیل زیاد	۷۰۰۵۱۰۶	۲۱/۱۸
بسیار خطرناک	۹۸۳۱۸۴۰	۲۹/۷۳

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۲)

همان‌طور که مشاهده می‌شود، در بررسی وضعیت پهنه‌های جزیره گرمایی شهر کرمان در طیف طبقه‌بندی میزان حرارت ۲۲۶۷۰۱۸ مترمربع، یعنی ۶/۸۵ درصد در پهنه پاک، ۴۴۶۳۲۱۴ مترمربع، یعنی ۱۳/۱۳ درصد در پهنه سالم، ۵۱۲۶۴۵۰ مترمربع، یعنی ۱۵/۹۷ درصد در پهنه ناسالم، ۴۳۷۲۲۵۶ مترمربع، یعنی ۱۳/۲۲ درصد در پهنه بسیار ناسالم، ۷۰۰۵۱۰۶ مترمربع، یعنی ۲۱/۱۸ درصد در پهنه خطرناک و ۹۸۳۱۸۴۰ مترمربع، یعنی ۲۹/۷۳ درصد در وضعیت بسیار خطرناک از نظر درجه حرارت جزایر گرمایی قرار دارند.

گام دوم: ارزیابی شبکه‌های بوم‌شناختی سیمای سرزمین در سطح شهر کرمان از طریق (درخت پوشای مینی‌م MST)

برای ارزیابی شبکه‌های بوم‌شناختی سیمای سرزمین در سطح شهر کرمان از طریق درخت پوشای مینی‌م وضعیت طبق گام‌های تحلیل انجام گرفت و ماتریس مقایسات ۱۷*۱۷ تهیه و الگوی آن ارائه گردید.

جدول ۷. ماتریس مقایسات درخت مدنظر

E4	E3	E2	E1	D3	D2	D1	C4	C3	C2	C1	B3	B2	B1	A3	A2	A1
۲	۹	۸	۷	۱	۳	۶	۵	۲	۱۷	۲۲	۱۲	۳	۱۱	۷	۴	۰
۱	۳	۱	۶	۷	۴	۳	۸	۹	۱۲	۳	۴	۱	۶	۷	۰	۴
۶	۱	۴	۱۵	۵	۴	۸	۹	۴	۳	۲	۴	۳	۳	۰	۳	۷
۳	۸	۹	۱۲	۳	۴	۱	۶	۵	۴	۸	۹	۴	۰	۲	۴	۱۱
۹	۴	۲	۱۵	۵	۶	۷	۸	۹	۲	۳	۶	۰	۲	۳	۵	۳
۳	۵	۷	۲	۸	۳	۲	۱	۸	۵	۳	۰	۳	۳	۵	۲	۱۲
۹	۶	۳	۶	۸	۳	۷	۴	۴	۳	۰	۱	۲	۴	۱	۱	۲۲
۹	۳	۹	۳	۲	۵	۷	۹	۲	۰	۳	۴	۵	۱	۶	۳	۱۷
۹	۳	۹	۳	۲	۵	۷	۹	۰	۲	۴	۶	۷	۴	۱	۱	۲

C4	۵	۶	۴	۶	۹	۲	۰	۲	۳	۲	۷	۹	۶	۴	۶	۵
D1	۶	۷	۱۵	۷	۴	۳	۸	۳	۱	۴	۰	۴	۵	۴	۸	۱
D2	۳	۴	۵	۹	۲	۵	۹	۱	۶	۱	۶	۴	۰	۵	۸	۵
D3	۱۱	۳	۴	۷	۱۵	۷	۶	۸	۳	۴	۶	۴	۰	۲	۳	۸
E1	۷	۸	۸	۶	۵	۲	۳	۴	۹	۱۵	۷	۱۵	۴	۷	۳	۸
E2	۸	۹	۹	۵	۶	۸	۶	۵	۳	۵	۳	۵	۲	۳	۸	۰
E3	۹	۱۲	۴	۶	۷	۳	۸	۶	۹	۴	۷	۱	۵	۹	۴	۰
E4	۲	۳	۳	۵	۸	۲	۳	۳	۳	۳	۳	۸	۵	۳	۶	۰

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۲)

همچنین چگونگی استخراج در قالب شکل و اعداد متناظر با آن نیز با توجه به شاخص‌های ۱۷ گانه در قالب جدول (۵) و شکل (۵) ارائه گردید. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، با توجه به دریافت اطلاعات ورودی شبکه واقعی و جهت‌دار در سطح شهر کرمان برای شناسایی مدل بوم‌شناختی سیمای سرزمین سناریوهای سه‌گانه متفاوتی با توجه به شاخص‌های ۱۷ گانه ارائه گردید.

جدول ۸. سناریوهای بوم‌شناختی سیمای سرزمین

سناریو	تئوری توابع ریاضی	میزان اثر هر سناریو
سناریو (ساخت‌وساز)	$p_i(n+1) = (1-a)p_i(n) + a$	شناسایی دسترسی مسکونی و مساحت سهم اجزای تشکیل‌دهنده سناریو
سناریو (طبیعی)	$p_j(n+1) = (1-a)p_j(n) \quad \forall j \quad j \neq i$	شناسایی مساحت سهم اجزای تشکیل‌دهنده سناریو
سناریو (فضاهای باز)	$p_i(n+1) = (1-b)p_i(n)$	دسترسی‌های مناسب و شناسایی مساحت سهم اجزای تشکیل‌دهنده سناریو

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۲)

خروجی متناظر بهینه‌ترین سناریوهای اجراشده در محیط MATLAB، در قالب شکل (۶) ارائه گردید لازم به ذکر است تمامی مراحل بعد از کد نویسی و RUN کردن نرم‌افزار اتفاق افتاده است.

جدول ۹. محاسبات عددی پیاده‌سازی شده در محیط متلب

مسیر پیشنهادی	MST	Nodes	sig
سناریو ۱	۸۴/۱۲	۱/۰۰۱	۰/۰۰۱
سناریو ۲	۷۷/۳۱	۱/۰۰۱	۰/۰۰۱
سناریو ۳	۷۵/۴۹	۱/۰۰۱	۰/۰۰۱

(منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۲)

نتیجه گیری

تغییرات سطوح زمین و اتمسفر عمیقاً با ساخت‌وساز و عملکرد شهرها مرتبط هستند. مواد سطحی جدید با ساختمان‌ها، جاده‌ها و زیرساخت‌های دیگر، همراه با تغییرات مورفولوژی سطح، مبادلات انرژی و آب و جریان هوا را تغییر می‌دهد این تغییرات با انتشار انسانی مستقیم گرما، دی‌اکسید کربن و آلاینده‌ها ترکیب شده و منجر به یک اقلیم شهری متمایز می‌شود. یکی از شناخته‌شده‌ترین اثرات توسعه شهر، جزیره حرارتی شهری است. پدیده‌ای که به‌موجب آن مناطق شهری درجه حرارت بالاتری نسبت به مناطق روستایی اطراف آن تجربه می‌کنند. سطوح غیرقابل نفوذ در مناطق شهری معمولاً بازتاب کمی دارند، به این معنی که بیشتر تابش خورشید توسط سطح جذب می‌شود. سطوح غیرقابل نفوذ از نفوذ آب رواناب به زمین جلوگیری می‌کند که باعث کاهش رطوبت خاک منطقه می‌شود. این تا حد زیادی رطوبت قابل دسترس برای دفع حرارت از طریق فرآیند انتقال حرارت نهان تبخیر را کاهش می‌دهد. جزیره حرارتی شهر به منطقه‌ای اطلاق می‌گردد که دمای آن ناحیه بیشتر از محیط اطراف باشد. به‌عنوان نتیجه در این پژوهش باید گفت در سطح سناریوهای مطرح‌شده سناریو (ساخت‌وساز) در پهنه ساخت‌وساز در سال ۱۳۶۵ از ۱۰۰ درصد پهنه موجود در سطح شهر کرمان ۴۲/۴۴ درصد به لکه ساخت‌وساز اختصاص دارد. در سال ۱۳۸۵ این عدد به ۴۹/۲۷ درصد و در سال ۱۴۰۰ به ۵۹/۰۲ درصد رسیده است.

نتایج متریک مساحت نشان می‌دهد این بیشترین قسمت سیمای سرزمین منطقه مورد مطالعاتی را لکه‌های ساخته‌شده است. همچنین لکه‌های ساخت‌وساز و لکه‌های باز افزایش مساحت داشته و رشد این لکه بین آن‌ها چشمگیر است. بیشترین سهم تشکیل لکه‌ها در هر ۳ سال مربوط به لکه‌های ساخته‌شده است. سناریو (فضای سبز) در پهنه سبز در سال ۱۳۶۵ از ۱۰۰ درصد پهنه موجود در سطح شهر کرمان ۱۸/۵۴ درصد به لکه سبز اختصاص دارد. در سال ۱۳۸۵ این عدد به ۱۴/۶۳ درصد و در سال ۱۴۰۰ به ۱۳/۶۶ درصد رسیده است. نتایج متریک مساحت نشان می‌دهد که روند کاهش چشمگیری در طول این دوره از سال ۱۳۶۵ تا ۱۴۰۰ در این بخش اتفاق افتاده است. این روند کاهش در بین لکه‌های موجود در این بخش نیازمند بررسی و پیشنهادات ویژه است. سناریو (فضاهای باز) در پهنه فضاهای باز در سال ۱۳۶۵ از ۱۰۰ درصد پهنه موجود در سطح شهر کرمان به ترتیب ۳۷/۵۶ درصد و ۱/۴۵ درصد به لکه باز اختصاص دارد. در سال ۱۳۸۵ این عدد به ترتیب ۳۵/۱۲ درصد و ۰/۹۸ درصد و در سال ۱۴۰۰ به ترتیب ۲۶/۳۴ درصد و ۰/۹۸ رسیده است. نتایج متریک مساحت نشان می‌دهد که روند کاهش چشمگیری در طول این دوره از سال ۱۳۶۵ تا ۱۴۰۰ در این بخش اتفاق افتاده است. به‌گونه‌ای که در پهنه آبی روند کاهش ناشی از ساخت‌وسازهای غیرمجاز در حریم شهر و همچنین در بخش فضای باز این عدد به صورت مستقیم به پهنه ساخت‌وساز اختصاص دارد. نتایج طیف طبقه‌بندی برای جزایر سنجیده شده در شهر کرمان در ۶ کلاس طبقه‌بندی شد. نتایج نشان می‌دهد که در جنوب غربی شهر کرمان به علت تعدد قرارگیری مراکز آلوده‌کننده و شهرک‌های صنعتی و همچنین قرارگیری وضعیت باد مرکز آلودگی این شهر قرار دارد. نتایج تحلیل مکانی نشان می‌دهد که در مرکز شهر کرمان نیز به علت حرکت خودرو و تراکم جمعیت برای جابه‌جایی وضعیت قرارگیری بسیار ناسالمی قرار دارد. برای بررسی و شناخت جزایر گرمایی شهر کرمان متکی بر تغییر و تحولات آلودگی در این شهر پس از بررسی‌های انجام‌گرفته در مورد میزان انتشار آلودگی و تولید دی‌اکسید کربن در ۸ بخش وضعیت هر شاخص از نظر میزان انتشار بررسی گردید. در ادامه نیز با توجه به یافته‌های این پژوهش با تجمیع نقشه‌های ۸ گانه مرحله قبل و با توجه به اینکه وضعیت تحلیل تصاویر ماهواره چه چیزی را نشان می‌دهد، وضعیت جزایر گرمایی حاصل از آلودگی در شهر کرمان ارائه می‌گردد.

تقدیر و تشکر

بنا به اظهار نویسنده، این مقاله، که مستخرج از رساله دکتری است، حامی مالی نداشته است.

منابع

- ۱) اسکندری، حامد؛ زهتابیان، غلامرضا؛ خسروی، حسن؛ آذرینوند، حسین و براتی، علی اکبر (۱۳۹۹). شبیه‌سازی و پیش‌بینی مؤلفه‌های اقلیمی دما و بارش در مناطق خشک (مطالعه موردی: دشت میناب)، فصلنامه علمی جغرافیا، دوره ۱۸، شماره ۶۶، صص. ۱۸۵-۱.
- ۲) بهرام‌سلطانی، کامبیز (۱۳۸۴). مبانی معماری فضای سبز شهری، چاپ اول، تهران: (به سفارش) مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران. نشر دید.
- ۳) پیران، پرویز (۱۳۸۷). تحلیل جامعه‌شناختی مسکن شهری در ایران: اسکان غیر رسمی، مجله جامعه‌شناسی ایران، نشر آگه، شماره ۲.
- ۴) تقوایی، مسعود و صفراآبادی، اعظم (۱۳۹۲). توسعه پایدار شهری و برخی عوامل موثر بر آن (مطالعه‌ی موردی: کرمانشاه)، نشریه مطالعات جامعه‌شناختی شهری، سال ۳، شماره ۶، صص. ۱-۲۲.
- ۵) جلیلی، عادل و الهه خسروی (۱۳۸۷). پژوهشی بر راهبردهای توسعه فضای سبز در طرح جامع تهران، نشریه منابع طبیعی، دوره ۲۱، شماره ۸۱، صص. ۱۷۶-۱۸۵.
- ۶) چلبی، مسعود (۱۳۸۶). جامعه‌شناسی نظم، تشریح و تحلیل نظری نظم اجتماعی، تهران، نشر نی.

- ۷) حسین زاده دلیر، کریم؛ قربانی، رسول و شکری، پری (۱۳۸۸). تحلیل و ارزیابی کیفی سنج‌های پایداری شهری در شهر تبریز، مطالعات شهری و منطقه‌ای، سال ۱، شماره ۲، صص. ۱-۱۸.
- ۸) خادمی، امیرحسین (۱۳۹۵). کاهش آلودگی های محیط زیستی با رویکرد برنامه‌ریزی شهری بیوفیلیک (منطقه ۱۴ تهران)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
- ۹) رفیعیان، مجتبی و محمودی، مهران (۱۳۸۸). الگوهای تحلیلی تغییر کاربری زمین، تهران، انتشارات آذرخش.
- ۱۰) زنگی آبادی، علی و رخشانی نسب، حمیدرضا (۱۳۸۸). تحلیل آماری - فضایی نماگرهای توسعه فضای سبز شهری (مطالعه موردی مناطق شهری اصفهان)، مجله محیط‌شناسی، دوره ۳۵، شماره ۲۰، صص. ۱۱۶-۱۰۵.
- ۱۱) زیاری، کرامت اله و جان‌بابانزاد، محمدحسین (۱۳۸۹). دیدگاه‌ها و نظریات شهر سالم، مجله شهرداری‌ها، دوره ۹، شماره ۹۵، صص. ۱۴-۲۱.
- ۱۲) شاه‌آبادی، اکبر؛ حاجی زاده میمندی، مسعود؛ لطفعلیانی ابرند آبادی، علی‌محمد و سلیمانی، زکویه (۱۳۹۲). بررسی تأثیر عوامل اجتماعی-فرهنگی بر الگوی مصرف انرژی در خانوارهای شهر یزد، پژوهش‌های برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری انرژی، سال ۱، شماره ۳، صص. ۱۷-۵۰.
- ۱۳) صیادی، فریبا، بیگم حجازی زاده، هزا و سلیقه، محمد (۱۴۰۱). بررسی تأثیر هندسه شهری بر چگونگی شکل‌گیری جزیره حرارتی شهر تهران (مطالعه موردی: ناحیه دو و شش منطقه)، فصلنامه علمی جغرافیا، دوره ۲۰، شماره ۷۲، صص. ۱۸-۱.
- ۱۴) قرخلو، مهدی و حسنی، هادی (۱۳۸۵). شاخص‌های توسعه پایدار شهری، جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، دوره ۴، شماره ۸، صص. ۱۷۷-۱۵۷.
- ۱۵) مزیدی، احمد؛ کمانه، عبدالعلی؛ مظفری، غلامعلی و نارنگی فرد، مهدی (۱۳۹۵). تغییرات بارش روزانه با استناد به تحلیل‌های آشوبی در شیراز، فصلنامه علمی جغرافیا، دوره ۱۴، شماره ۵۰، صص. ۱۴۷-۱۶۹.
- ۱۶) مصداقی‌نیا، علیرضا؛ یونسین، مسعود؛ ناصری، سیمین؛ جعفری، علی؛ مرادی، علی؛ فرحانزاد، یعقوبی، لیل (۱۳۸۶). بررسی آگاهی ساکنان شهر تهران از آلودگی‌های محیط زیستی و عوارض بهداشتی مربوطه و تعیین منابع اطلاعاتی آنان، فصلنامه یافته، دوره ۹، شماره ۱، صص. ۱-۱۳.
- ۱۷) ملک‌آبادی، رضا؛ عبداللهی، عظیمه السادات و صادقی، حمیدرضا (۱۳۹۴). تحلیل و بازشناسی رفتارهای محیط زیستی شهری (مطالعه موردی: شهر اصفهان)، پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال ۵، شماره ۱۸، صص. ۱۴-۲۷.
- ۱۸) ملکی مرشت، رقیه؛ سبحانی، بهروز و مرادی، مسعود (۱۴۰۱). مقایسه میزان تأثیرپذیری جزایر حرارتی از وقوع امواج گرمایی در شهرهای کرمانشاه و ایلام، فصلنامه علمی جغرافیا، دوره ۲۰، شماره ۷۵، صص. ۱۴۷-۱۶۳.
- ۱۹) حاجی فتحعلی، مهسا؛ فیضی، محسن و دهقان، عاطفه (۱۴۰۰). رابطه گرمای هوا، میانگین گرمای تابشی و آلودگی در کاهش جزایر حرارتی در شهرها، فصلنامه علمی جغرافیا، دوره ۱۹، شماره ۷۱، صص. ۱۷۳-۱۹۱.
- ۲۰) همتی، زهرا و شبیری، سیدمحمد (۱۳۹۴). تحلیلی بر مؤلفه‌های ارتقای فرهنگ محیط‌زیستی مطالعه موردی: شهروندان شهر شیراز، فصلنامه تحقیقات فرهنگی ایران، دوره ۸، شماره ۴، صص. ۱۹۷-۲۱۵.
- 21) Ahmad Mozidi, A., Kamaneh, A., Mozafari, Gh. & Narangi Fard, M. (2015). Changes of daily precipitation based on chaotic analysis in Shiraz, Scientific Quarterly of Geography, Vol 14, No. 50, pp. 147-169. [Persian].
- 22) Alberti, M. (2008). Advances in urban ecology integrating humans and ecological processes in urban ecosystems, springer, Washington.
- 23) Alberti, M. & Marzluff, J. (2004). Resilience in urban ecosystems: Linking urban patterns to human and ecological functions, Urban Ecosystems, Vol 7, No 3, pp. 241-265.
- 24) Bahram-Sultani, C. (2004). Basics of urban green space architecture. First edition, Tehran, (on request) Center for Urbanism and Architecture Studies and Research of Iran, saw publication. [Persian].
- 25) Botequilha, A. & Ahren, J. (2002). Applying Landscape Ecological Concepts and Metrics in Sustainable Landscape Planning, Landscape and Urban Planning, Vol 59, No 2, pp. 65-93.
- 26) Chalabi, M. (2006). Sociology of order, description and theoretical analysis of social order, Tehran, Ni publishing house. [Persian].

- 27) Eskandari, H., Zahtabian, Gh., Khosravi, H., Azarnivand, H. & Barati, A. (2019). Simulation and prediction of climatic components of temperature and precipitation in dry areas (case study: Minab plain), *Scientific Quarterly of Geography*, Vol 18, No 66, pp. 1-185. [Persian]
- 28) Englund, O., Berndes, G. & Cederberg, C. (2017). How to analyse ecosystem services in landscapes-A systematic review, *Ecological Indicators*, Vol 73, No 2, pp. 492–504.
- 29) Fan, Q. & Ding, S. (2016). Landscape pattern changes at a county scale: A case study in Fengqiu, Henan Province, China from 1990 to 2013. *Catena Journal*, Vol 137, No 2, pp. 152-160.
- 30) Farina, A. (2009). *Ecology, Cognition and Landscape Linking Natural and Social Systems*, Springer.
- 31) Fichera, C.R., Laudari, L. & Modica, G. (2015). Application, validation and comparison in different geographical contexts of an integrated model for the design of ecological networks, *Journal of Agriculture Engineering*, Vol 46, No 2, pp. 52–61.
- 32) Foltête, J. (2019). How ecological networks could benefit from landscape graphs: A response to the paper by Spartaco Gippoliti and Corrado Battisti, *Land Use Policy*, Vol 80, No 2, pp. 391–394.
- 33) Gharakhlo, M. & Hosni, H. (2006). Indicators of sustainable urban development, geography and regional development, Vol 2, No 8, pp. 16-32. [Persian].
- 34) Haas, J. & Ban, Y. (2017). Sentinel-1A SAR and Sentinel-2A MSI data fusion for urban ecosystem service mapping, *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, Vol 17, No 1, pp. 300-312.
- 35) Haji Fathali, M., Faizi, M. & Dehghan, A. (2021). The relationship between air heat, average radiant heat and albedo in reducing heat islands in cities, *Scientific Quarterly of Geography*, Vol 19, No 71, pp. 173-191. [Persian].
- 36) He, C., Y., Zhang, D., Huang, Q. X. & Zhao, Y. (2016). Assessing the potential impacts of urban expansion on regional carbon storage by linking the LUSD-urban and InVEST models, *Journal of Environment Model of Software*, Vol 75, No 1, pp. 44–58.
- 37) Hemmati, Z. & Shabiri, S.M. (2014). An analysis of the components of promoting environmental culture in a case study: citizens of Shiraz city, *Iranian Cultural Research Quarterly*, Vol 8, No 4, pp. 197-215. [Persian].
- 38) Hosseinzadeh Dalir, K., Ghorbani, R. & Shukri Pari., A. (2008). Analysis and qualitative assessment of urban sustainability metrics in Tabriz city, *Urban and Regional Studies*, Vol 1, No 2, pp. 1-18. [Persian].
- 39) Huilei, L., Jian, P., Yanxu, L. & Yina, H. (2017). Urbanization impact on landscape patterns in Beijing City, China: A spatial heterogeneity perspective, *Ecological Indicators*, Vol 82, No 1, pp. 50–60.
- 40) Jalili, A. & Khosravi, E. (2008) a research on green space development strategies in Tehran's comprehensive plan, *Natural Resources*, Vol 21, No 4, pp. 176-185. [Persian].
- 41) Jianguo, W. (2018). *Landscape ecology: The-state-of-the-science*, Cambridge University Press.
- 42) Khademi, A. (2015). Reducing environmental pollution with a biophilic urban planning approach (14th district of Tehran), Master's thesis, University of Tehran, Tehran, Iran. [Persian].
- 43) Lausch, A., Blaschke, T., Haase, D., Herzog, F., Syrbe, R.U., Tischendorf, L. & Walz, U. (2014). Understanding and quantifying landscape structure – A review on relevant process characteristics, data models and landscape metrics, *Journal of Ecological Modelling*, Vol 295, No 1, pp.31–41.
- 44) Leitão, A.B., Miller, J., Ahern, J. & McGarigal, K. (2012). *Measuring landscapes: A planner's handbook*, Island press, Washington.
- 45) Li, Y., Zhu, X., Sun, X. & Wang, F. (2010). Landscape effects of environmental impact on bay-area wetlands under rapid urban expansion and development policy: a case study of Lianyungang, China, *Landscape Urban Plann*, Vol 94, No 1, pp. 218–227.
- 46) Maleki Mersht, R., Sobhani, B. & Moradi, M. (2022). Comparing the influence of thermal islands on the occurrence of heat waves in the cities of Kermanshah and Ilam, *Journal of Scientific Quarterly of Geography*, Vol 20, No. 75, pp.147-163. [Persian].

- 47) Malekabadi, R., Abdullahi, A. & Sadeghi, H. (2014). Analysis and recognition of urban environmental behaviors (case study: Isfahan city), urban research and planning, Vol 5, No 18, pp 165-179. [Persian].
- 48) Mesdaghi-Nia, A., Yunsian, M., Naseri, S., Jafari, A., Moradi, A., Farhaddoost, F. & Yaqoubi, L. (2006). Investigating the awareness of the residents of Tehran city about environmental pollution and related health complications and determining their information sources, Bifid Quarterly, Vol 9, No 1. pp. 1-13. [Persian].
- 49) Montis, A.D., Ganciu, A., Cabras, M., Bardi, A. & Mulas, M. (2019). Comparative ecological network analysis: An application to Italy, Land Use Policy, Vol 81, pp. 714–724.
- 50) Ndubisi, F. (1997). Landscape ecological planning. Ecological design and planning, John Wiley and Sons, Newyork.
- 51) Opdam, P., Steingröver, E. & Van Rooij, S. (2006). Ecological networks: a spatial concept for multi-actor planning of sustainable landscapes, Landscape and Urban Planning, Vol 75, No 3. pp. 322-332.
- 52) Peng, J., Shen, H., Wu, W., Liu, Y. & Wang, Y. (2016). Net primary productivity (NPP) dynamics and associated urbanization driving forces in metropolitan areas: a case study in Beijing City, China, Journal of Landscape Ecology, Vol 31, pp. 1077–1092.
- 53) Piran, P. (2017) Analysis of the cognitive society of urban housing in Iran: informal housing in the collection of articles on social issues of Iran, edited by the Iranian Sociological Association, Age Publishing House, No 2. [Persian].
- 54) Qi, K. Fan, K. H. Ng, C. N. Wang, X. & Xie, Y. (2017). Functional analysis of landscape connectivity at the landscape, component, and patch levels: A case study of Minqing County, Fuzhou City, China. Applied Geography, Vol 80, pp. 64-77.
- 55) Rafiyan, M. & Mahmoudi, M. (2009). Analytical models of land use change, Tehran, Azarakhsh Publications. [Persian].
- 56) Schwoertzig, E., Poulin, N., Hardion, L. & Trémolières, M. (2016). Plant ecological traits highlight the effects of landscape on riparian plant communities along an urban– rural gradient, Journal of Ecology, Vol 61, pp. 568–576.
- 57) Shah-Abadi, A., Hajizadeh M., Lotfaliani Abrandabadi, A. & Soleimani, Z. (2012). Investigating the influence of socio-cultural factors on the pattern of energy consumption in households in Yazd city, Energy planning and policy research, Vol 1, No 3. pp. 32-43. [Persian].
- 58) Shrestha, M.K., York, A.M., Boone, C.G. & Zhang, S. (2012). Land fragmentation due to rapid urbanization in the Phoenix Metropolitan Area: analyzing the spatiotemporal patterns and drivers. Journal of Appl. Geogr, Vol 32, No 2, pp. 522–531.
- 59) Siyadi, F., Hejazizadeh, B. & Sasif, M. (2022). Investigating the effect of urban geometry on the formation of the thermal island of Tehran (case study: two and six districts), Journal of Scientific Quarterly of Geography, Vol 20, No 72, pp. 1-18. [Persian].
- 60) Taghvai, M. & Safarabadi, A. (2012). Sustainable urban development and some factors affecting it (case study: Kermanshah), Journal of Urban sociological studies, Vol 3, No 6. pp. 43-55. [Persian].
- 61) Wu, J. (2014). Urban ecology and sustainability: The state-of-the-science and future directions, Journal of Landscape and Urban Planning, Vol 125, pp. 209-221.
- 62) Zangibadi, A. & Rakhshaninsab, H. (2018) Spatial-statistical analysis of urban green space development charts (case study of Isfahan urban areas), Environmental Journal, Vol 35, No 20, pp. 105-116. [Persian].
- 63) Zhang, D., Huang, Q., He, C.h. & Wu, J. (2017). Impacts of urban expansion on ecosystem services in the Beijing-Tianjin- Hebei urban agglomeration, China: A scenario analysis based on the Shared Socioeconomic Pathways, Resources, Conservation & Recycling, Journal of Applied Geography, Vol 125, pp.115–130. 48.
- 64) Zhao, Y.B., Wang, S.J. & Zhou, C.S. (2016). Understanding the relation between urbanization and the eco-environment in China's Yangtze River Delta using an improved EKC model and coupling analysis, Journal of Science Total Environment, Vol 571, pp. 862–875.

- 65) Zhang, Q. & Su, S. (2016). Determinants of urban expansion and their relative importance: a comparative analysis of 30 major metropolitans in China. *Journal of Habitat International*, Vol 58, pp. 89–107.
- 66) Zhang, Z. & Gao, J. (2016). Linking landscape structures and ecosystem service value using multivariate regression analysis: a case study of the Chaohu Lake Basin, China. *Journal of Environment Earth Science*, Vol 75, No 3, pp. 38-51.
- 67) Zhou, W., Qian, Y., Li, X., Li, W. & Han, L. (2014). Relationships between land cover and the surface urban heat island: seasonal variability and effects of spatial and thematic resolution of land cover data on predicting land surface temperatures, *Journal of Landscape Ecology*, Vol 29, pp. 153–167.
- 68) Ziyari, K. & Janbabanjad, M.H. (2009). Views and ideas of Salem city, Municipalities, Vol 9, No 95. pp 32-55. [Persian].

